

再生石膏中性固化材の地盤改良材としての適用性評価

長崎大学工学部 学生会員 ○鈴木良太 長崎大学大学院 学生会員 坂之下英樹
 長崎大学工学部 フェロー会員 棚橋由彦 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
 長崎大学工学部 正会員 杉本知史 (株) 広研興業 非会員 松尾洋一

1.はじめに

石膏ボードは石膏を芯材として両面を石膏ボード用原紙で被覆成型した建築用内装材料で耐火性、遮音性、断熱性などの特長を有しており、経済的にも低廉なことから建築物の壁・天井に広く用いられている。そのため、国際的に最も使いやすい建築基礎資材となっており、石膏ボードの生産販売量は年々増加している。今後建築物の解体等の増加に伴って排出量の膨大な増加が予測されており、2005年には138万トンの廃石膏ボードが排出されたのに対し、2010年には176万トンに急増するとの推計が報告されている¹⁾。また、処理した石膏ボード製品から硫化水素の発生や重金属の検出等の環境問題が顕在化している現在において、廃石膏ボードの処理も社会問題化しつつある。

本研究の目的は、共同研究機関内で廃石膏ボードを材料とした再生石膏中性固化材（以下、石膏）に着目し、性質の異なる3種の土質に関する地盤改良の力学的・化学的特性を明らかにし、適用の可能性を検討することである。

2.対象土ならびに地盤改良材に関わる各種材料特性

表-1に今回の実験で使用する有明粘土（高含水比粘性土）、佐世保日野川（粘性土）、諫早バイパス（砂質土）の物性値を示す。また石膏を用いた固化材では、セメント系固化材で問題となっている有害重金属等環境に影響を及ぼす物質の含有量が、環境基準値より全て下回っていることを表-2の通り明らかにした。

3.一軸圧縮試験による力学的特性の解明

3.1 試験概要

石膏、発生土を混合・攪拌し、高さ10cm、直径5cmのモールドで供試体を作成して規定の材齢において一軸圧縮試験を行う。供試体を作成した後は、温度25℃、湿度90%の恒温槽において養生を行う。通常は、成型した翌日に脱型を行うが、本試験では、脱型時強度が弱く崩壊する可能性があるため、7日養生時に脱型することにした。また、強度発現の比較のため、一般に地盤改良材として用いられる普通ポルトランドセメントを固化材として同ケースの試験を行う。また一般盛土材料として必要な改良強さは、一軸圧縮強度で100~300kPaとされているので、本研究での目標強度を300kPaと定めた。試験ケースは表-3のように設定した。

3.2 実験結果と考察

図-1に各ケースにおける実験結果を示す。図

表-1 対象土の物性値

項目		単位	有明 粘土	佐世保 日野川	諫早 BP
土粒子の密度 ρ_s		(g/cm ³)	2.62	2.6	2.8
自然含水比 W_n		(%)	170	52	40
粒度分布	砂	(%)	38	57	79
	シルト	(%)	35	18	12
	粘土	(%)	27	25	9
液性限界 W_L		(%)	125	55	47
塑性限界 W_p		(%)	45	42	32

表-2 石膏の化学的特性

	Cd	Pb	Cr ⁶⁺	As	Se	F	B
環境基準値	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.8	1
石膏	N.D	0.05	N.D	N.D	N.D	0.51	N.D

表-3 試験ケース

case	固化材	建設発生土	添加量 (kg/m ³)	材齢(日)
PC	石膏	佐世保日野川 (粘性土)	60、100、150	7、28
CC	セメント			
PS	石膏	諫早BP (砂質土)	60、100、150	7、28
CS	セメント			
PA	石膏	有明粘土 (高含水比粘性土)	100、200、300	7、28
CA	セメント			

-1(a)より佐世保日野川の試験ケースは石膏の添加量が大きく、養生期間が長くなるに伴い、強度発現が大きくなることが分かる。また材齢 28 日で 3 ケース全てにおいて目標強度 (300kPa) を十分に満たすことができた。セメント添加量 $60(\text{kg}/\text{m}^3)$ では長時間養生させても強度に大きな変化がなく、石膏(材齢 28 日)とセメント(材齢 7 日)は 3 ケースともほぼ同じ強度を示した。また、セメントを用いた混合材は養生が短時間でも目標強度を達成したことから、即効性があることが分かるが、添加量によっては長時間養生させても強度発現に違いが見られなかった。一方、石膏を用いた混合材はセメントに比べて即効性はないが、長時間養生させることによって、固化材としての効果が顕著に現れることが分かる。

図-1 (b)より諫早 BP の試験ケースでは材齢 7 日で 3 ケースがほぼ同じ強度を示した。これより石膏添加量による影響が小さいことが分かる。これは自然含水比が低かったため、石膏本来の固化材としての効果が小さかったと考えられる。なお、長時間養生させることによって強度発現が大きくなり、材齢 28 日において 2 ケースともが目標強度を十分に満たすことができたが、添加量 $150(\text{kg}/\text{m}^3)$ では供試体が自立せず崩壊したため試験を行うことができなかった。

図-1(c)より有明粘土の試験ケースでは固化材としての効果が現れず材齢 7 日では 3 ケース全てが供試体として自立しなかったため一軸圧縮試験を行うことができなかった。また材齢 28 日においても 3 ケース全てが目標強度を達成することができなかった。これは含水比が高かったため今回実験で設定した添加量では固化材の影響が小さかったものと考えられる。一方、セメントでは全てのケースにおいて目標強度を十分に満たすことができた。また、図-1(a)、(c)より同じ粘性土でも強度発現に違いが見られたことから含水比による影響があったものと考えられる。

4. おわりに

一軸圧縮試験を行った結果、石膏を用いた混合材は添加量が大きく、養生期間を長くするに伴い強度発現が大きくなったため固化材としての効果が現れていることが分かる。また、粘性土と砂質土の場合は材齢を長くすることによって目標強度を十分に満たすことができたが、高含水比粘性土の場合は目標強度を満たすことができなかった。

今後は caseCS と casePS の一軸圧縮試験を実施し、石膏を添加する場合に含水比による影響について考察を行う。また、重金属溶出試験により化学的特性の評価を行う予定である。

【参考文献】

- 1) (社)石膏ボード工業会：石膏工業会資料, <http://www.gypsumboard-a.or.jp/>
- 2) (株)真人：再生石膏中性固化材エコパ(), 2004

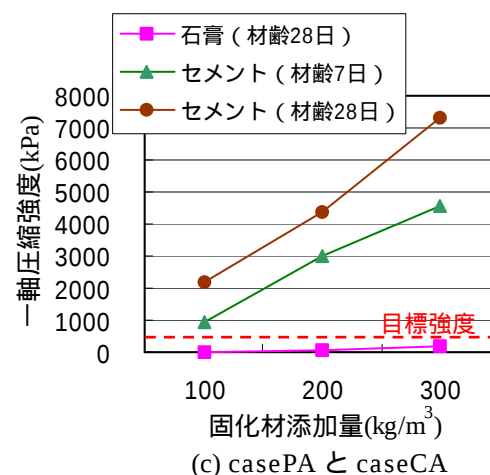
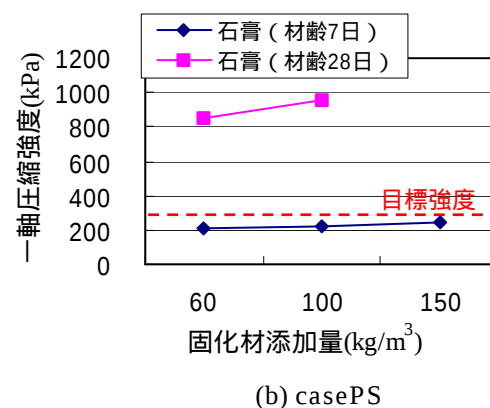
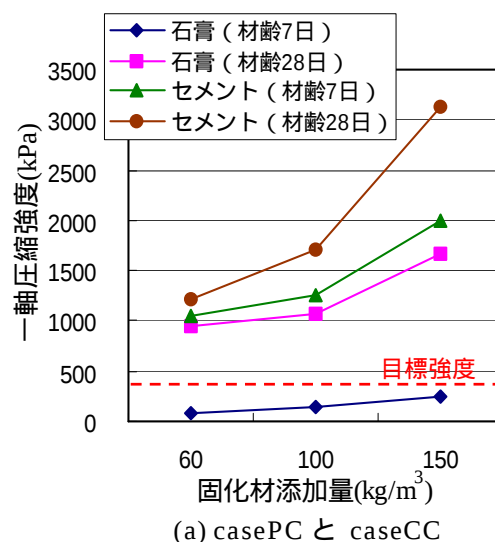


図-1 一軸圧縮強度の比較